

## GRADOS-DÍA EN CONSTRUCCIÓN

Manuel Gómez Pérez  
Servicio de Aplicaciones Meteorológicas

Los grados-día es un parámetro que se utiliza como medida de ganancia o pérdida de energía, concretamente en arquitectura se utiliza para establecer el período de calefacción, aunque se podría utilizar para establecer el período de refrigeración. Se puede definir citando a la norma NBE-CT-79, (norma básica de la edificación-condiciones térmicas en los edificios) como: «Los grados-día para un determinado período de tiempo es la suma, para todos los días de ese período de tiempo, de la diferencia entre una temperatura fija o base de los grados-día y la temperatura media del día, cuando esa temperatura diaria sea inferior a la temperatura base».

Los grados-día se calculan mediante la fórmula:

$$D = \sum (t_i - t_m)$$

donde

D es el parámetro grados-día en °C

$t_i$  es la temperatura base de cálculo en °C

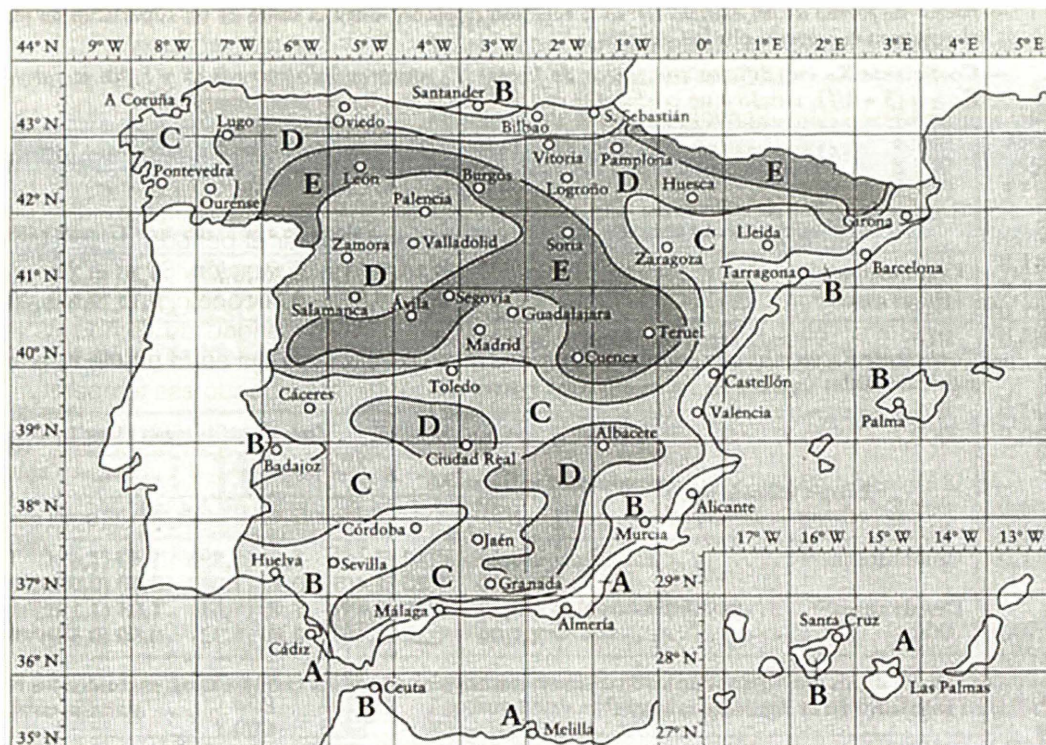
$t_m$  es la temperatura media del día en °C

La temperatura base de cálculo puede establecerse entre los 18 y los 22 °C, que es el rango de la zona de confort. Sobre esta temperatura hay que tener en cuenta las ganancias de calor como consecuencia de las aportaciones solares y las aportaciones internas del edificio (personas, resistencias eléctricas, aparatos electrodomésticos, etc.), por lo que, de una manera empírica, a esta temperatura base, que la mayoría de los autores marca como 20 °C, se la reduce 5 °C, 2 °C en concepto de aportación interna y 3 °C de aportación solar, lo que da una temperatura base de cálculo de 15 °C. Ésta es la temperatura que toma la norma para establecer las distintas zonas climáticas según el siguiente mapa. Para simplificar se toma la temperatura media del mes como representativa de la temperatura media diaria.

Las cinco zonas distintas se corresponden con el siguiente intervalo.

Zona climática	A	B	C	D	E
GRADOS DÍA CON BASE 15	< = 400 grados- día anuales	401 a 800 grados- día anuales	801 a 1.300 grados-día anuales	1.300 a 1.800 grados-día anuales	> 1.800 grados-día anuales

A través de los grado-día tenemos las necesidades energéticas de las distintas zonas climáticas. Lógicamente las zonas continentales y de montaña tendrán unas necesidades energéticas mayores que las del litoral.

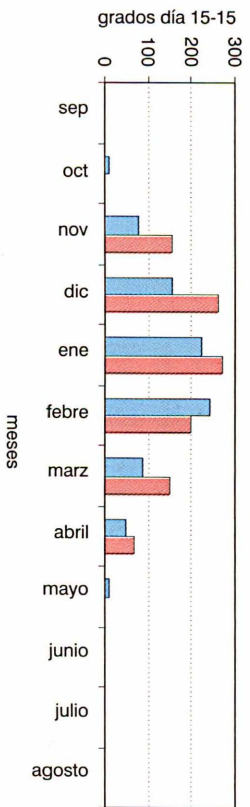


Fuente: Colegio de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Madrid.

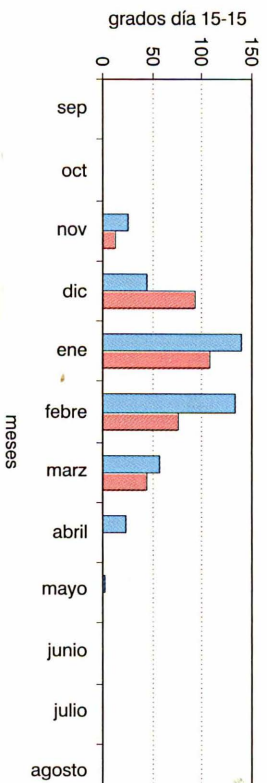
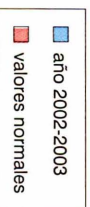
Los gráficos siguientes, de capitales de provincia representativas de distintas zonas climáticas, con los grados-día anuales correspondientes a valores medios y a valores del período 2002-2003, nos indican el período de calefacción desde noviembre a abril. Alcanza los valores máximos en los meses de diciembre y enero, y los valores mínimos en noviembre y abril. Como se ve, Valladolid, con su carácter continental, tiene un período que va desde octubre hasta mayo, aunque en estos dos meses no se superan valores por encima de los 60 grados-día, y por tanto el aporte energético sería mínimo.

En los gráficos se ve que, en el año 2002-2003, los valores máximos se han desplazado hacia el mes de febrero si se compara con los valores mensuales medios correspondientes al período 1961-1990. Por tanto, en el año 2002-2003 fue febrero el mes en el que se necesitó un mayor aporte de calor, mientras que en diciembre y enero los grados-día fueron menores que la media y por tanto la demanda de calefacción fue menor.

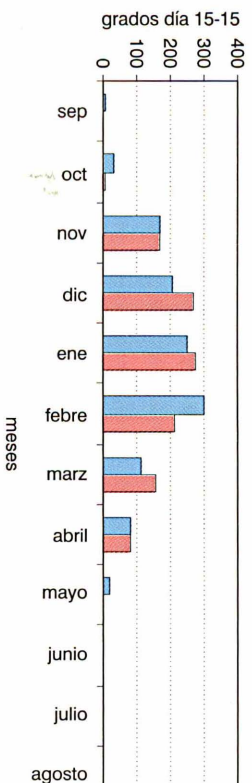
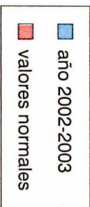




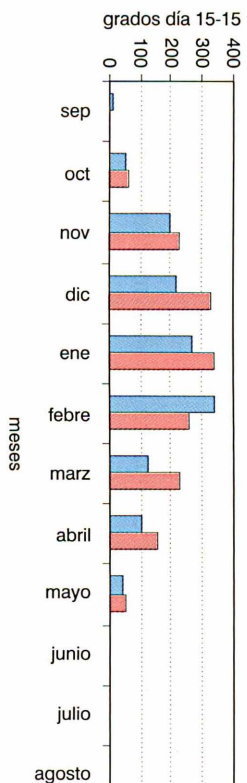
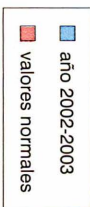
### ZARAGOZA



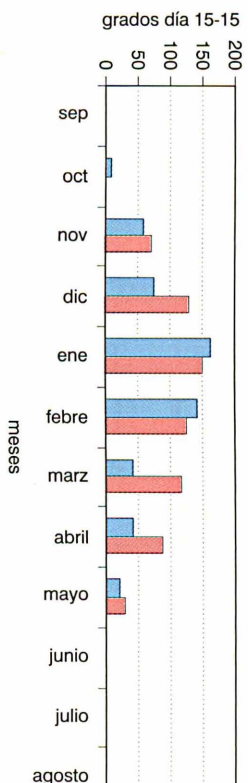
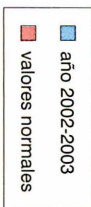
### VALENCIA



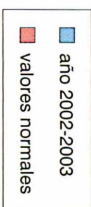
### MADRID



### VALLADOLID



### LA CORUÑA



Con el método de los grados día, y mediante la utilización de coeficientes, se puede cuantificar las pérdidas caloríficas de un edificio y así evaluar las necesidades energéticas del mismo. También proporciona una pista de las modificaciones que habría que hacer en los proyectos para reducir estas pérdidas.

Para calcular las pérdidas caloríficas de un edificio tipo, en el período de necesidad de calefacción, se puede utilizar el coeficiente volumétrico de transmisión de calor  $G$  y los grados-día anuales.

El coeficiente  $G$  sintetiza los factores del edificio que contribuyen a las pérdidas caloríficas en cuatro puntos:

- La superficie de intercambio con el exterior.
- El volumen que encierra la superficie.
- La resistencia térmica de las superficies opacas y transparentes.
- El grado de renovación del aire.

No tiene en cuenta la capacidad térmica del edificio, ya que se supone el cálculo en régimen estacionario.

La expresión de  $G$  es:

$$G = \sum (K_o * S_o / V) + \sum (K_v * S_v / V) + (C * N)$$

donde

$S_o$  y  $K_o$  son la superficie y coeficiente de transmisión de una pared opaca.

$S_v$  y  $K_v$  son la superficie y coeficiente de transmisión de una pared vítrea.

$C$  es el calor específico del aire en  $\text{Kcal/m}^3 \text{ } ^\circ\text{C}$

$V$  el volumen de aire renovado en  $\text{m}^3$

$N$  el número de renovaciones por hora

$t_i - t_e$  la diferencia entre la temperatura interior y exterior en  $^\circ\text{C}$

Las pérdidas caloríficas horarias son:

$$q = G * V * (t_i - t_e)$$

Si tomamos la temperatura media del día,  $t_m$ , y multiplicamos la expresión anterior por 24 horas, tendríamos las pérdidas diarias

$$q_{\text{día}} = G * V * 24 * (t_i - t_m)$$

Si consideramos todo el período anual de calefacción, se obtendría:

$$q_{\text{anual}} = G * V * 24 * \sum (t_i - t_m)$$

donde

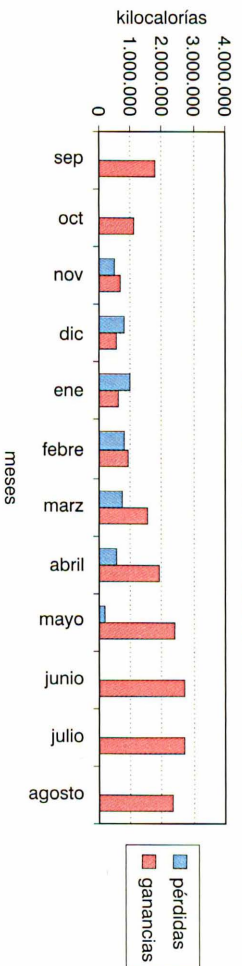
$\sum (t_i - t_m)$  son los grados-día anuales, es decir,  $D$ .

Por lo que las pérdidas caloríficas anuales en función de los grados-día y el coeficiente volumétrico  $G$  son:

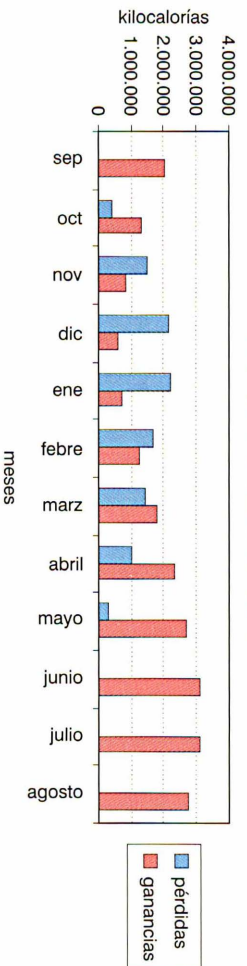
$$q_{\text{anual}} = G \cdot V \cdot 24 \cdot D$$

Como ejemplo, calculo las pérdidas de un edificio tipo (una casa aislada de  $100 \text{ m}^2$ , con un coeficiente volumétrico de transmisión de calor  $G = 1$  y un volumen  $V = 270 \text{ m}^3$ ), que sitúo en las capitales de provincia anteriores y las comparo con la aportación solar que tendría el edificio a través de la radiación solar que atraviesa una superficie acristalada orientada al sur (supongo unos ventanales que totalizan una superficie de  $5 \text{ m}^2$ ). La temperatura base la sitúo en  $15^\circ\text{C}$ . El resultado aparece en los siguientes gráficos.

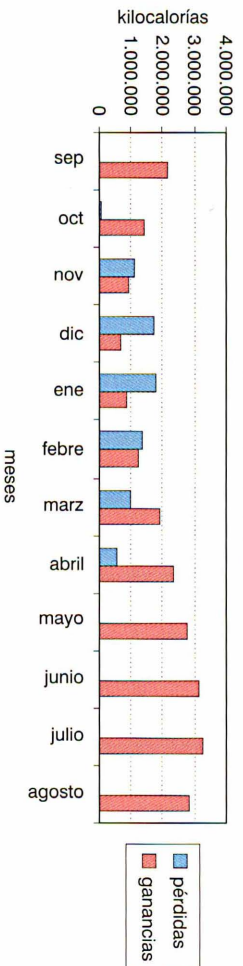
### BALANCE DE LA CORUÑA



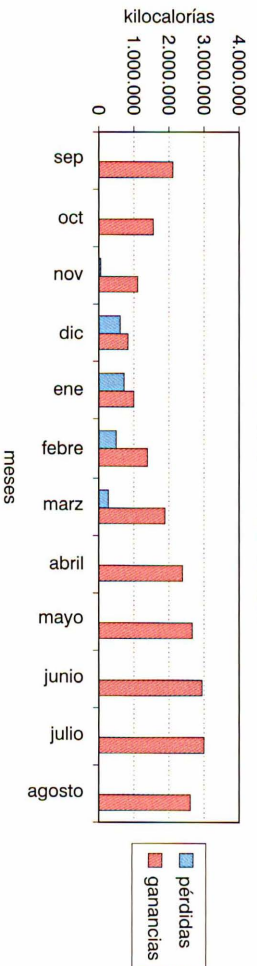
### BALANCE DE VALLADOLID



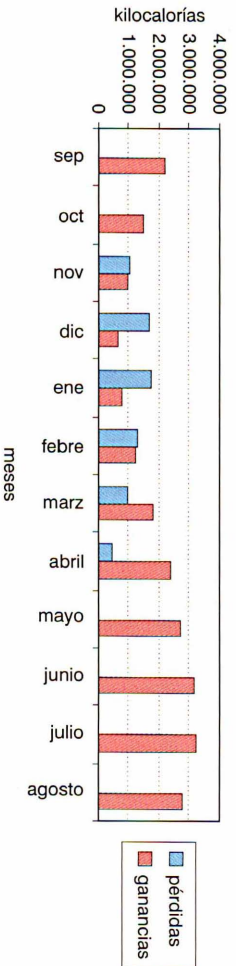
### BALANCE DE MADRID



### BALANCE DE VALENCIA



### BALANCE DE ZARAGOZA





Si tomo los datos de la capital más extrema, que es Valladolid, se comprueba cómo en los meses con más pérdidas, diciembre y enero, teóricamente la aportación solar está cerca del 30 % de las necesidades caloríficas. Por tanto, sólo sería necesario aportar el 70% restante en calefacción para alcanzar el rango de confort térmico. Si no hay un planteamiento energético en el diseño del edificio a la hora de elecciones de materiales, soluciones constructivas, distribución de volúmenes y orientación, ese aporte de calefacción será del 100%, es decir se desperdicia el 30 % de la aportación solar, con el consiguiente gasto innecesario de dinero.

Otra forma de utilizar los grados-día y coeficientes de transmisión es la que hace la norma NBE-CT-79 mediante el coeficiente superficial de transmisión de calor  $K_g$ , que fija un nivel mínimo de aislamiento global del edificio teniendo en cuenta:

- Las diferentes superficies y coeficientes de transmisión térmica de los cerramientos (muros, paredes, cubiertas, puertas y ventanas).
- El factor de forma del edificio (relación entre la superficie de los cerramientos y el volumen que encierran).
- El tipo de combustible empleado en la calefacción (sólido, líquido, gaseoso, energía eléctrica directa por efecto Joule o sin calefacción).
- La zona climática, donde se levante el edificio, en función de los grados día en base 15.

En la actualidad, la NBE-CT-79, en lo que a intercambio de energía se refiere, sólo se ocupa de situaciones de invierno y el aislamiento como forma de ahorro de energía, sin embargo, supondría una mejora si se ocupara también de las situaciones de verano (refrigeración) y de las ganancias solares, y ya desde el año 1986 se quiere revisar y actualizar esta norma para que tenga en cuenta estos aspectos.

Termino con su artículo 16 y cito textualmente:

«Artículo 16.º - Correcciones en datos climáticos

Se permiten las correcciones oportunas cuando se conozca el microclima local con datos meteorológicos que comprendan al menos un período de 10 años y siempre previa justificación en el proyecto.»

Esto es una invitación a los agentes que intervienen en la construcción (arquitectos, promotores, constructores, etc.) para que incluyan en los equipos que elaboran el proyecto a especialistas en climatología y meteorología, y así tratar de que el edificio se adapte al clima que le va acompañar durante toda su existencia. Si al diseñar se tuviera en cuenta este planteamiento, el ahorro energético sería notable.

## Bibliografía

- YAÑEZ, G. (1982). Arquitectura solar. Aspectos pasivos, bioclimatismo e iluminación natural M.O.P.U.
- ZARZALEJO TIRADO, L.(1996). Transferencia energética. IER-CIEMAT.
- HERAS CELEMÍN, María del Rosario (1996). Energía solar en la edificación. IER-CIEMAT.
- NBE-CT-79. Norma básica de la edificación. Condiciones térmicas en los edificios. M.O.P.U.
- Fichas Técnicas, (2003). Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Madrid.
- Instalaciones de energía solar. Tomo II. Censolar (Centro de estudios de la energía solar).